

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

Nr 662 408

KLASSE 21 g GRUPPE 17 02

P 69418 VIII c/21 g

Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 16. Juni 1938

Ernst Pohl in Kiel

Röntgenröhre, insbesondere für Durchleuchtung und Aufnahme, mit von der Kathode umgebener Kegelanode

Patentiert im Deutschen Reiche vom 12. Mai 1934 ab

Bei allen bekannten Röntgenröhren hängt die Zeichenschärfe in einem Bildpunkt in verschiedenem Maße von der Neigung der Brennfleckfläche gegen den zum Bildpunkt führenden Projektionsstrahl ab. Bei bandförmigem Brennfleck beispielsweise macht sich eine deutliche, oft sehr störende Abnahme der Bildschärfe von der Mitte nach beiden Seiten und ganz besonders von dem der Anode zugekehrten nach dem der Kathode zugekehrten Bildteil hin bemerkbar. Diese meist als Astigmatismus bezeichnete Erscheinung zeigt sich aber auch bei elliptischen und kreisförmigen Brennflecken, sofern die Brennfleckebene mit der Bildebene einen Winkel (meist zwischen 45° und 80°) bildet. Streng genommen, könnte nur ein punktförmiger Brennfleck oder eine kugelförmige Brennfleckfläche anastigmatische Bilder liefern. Brennflecke in Kreis- oder Ringform, deren Fläche parallel zur Bildebene verläuft, würden praktisch anastigmatische Bilder erzeugen, jedoch können sie im Interesse der Gesamtschärfe, die mit der Größe des Brennfleckes abnimmt, nur sehr klein sein. Um die mittlere Gesamtschärfe des Bildes nicht übermäßig zu verringern, ist man zum strichförmigen Brennfleck (Strichfokus) übergegangen. Gerade hierbei ist aber der Astigmatismus besonders ausgeprägt.

Gegenstand der Erfindung ist nun eine Röntgenröhre hoher Leistung, insbesondere für Durchleuchtung und Aufnahme, die hinsichtlich der Belastbarkeit die normalen Strichfokusröhren übertrifft und den Röhren mit

drehender Anode für Momentaufnahmen nicht nachsteht, jedoch praktisch vollkommen anastigmatisch arbeitet.

Die neue Röntgenröhre weist in an sich bekannter Weise eine Kegelanode auf, die im Gebrauch mit ihrer Achse ungefähr senkrecht zur Bildebene eingestellt wird. Jedoch beträgt bei ihr, abweichend von den bekannten Röhren dieser Art, bei denen der Anodenkegel einen Spitzenwinkel von 60° und mehr aufweist, erfindungsgemäß einerseits der Spitzenwinkel des in schlanker Form gehaltenen Anodenkegels höchstens 30°, zum andern wird außerdem die Kathode innerhalb eines den Anodenkegel allseitig umgebenden, als Sammelvorrichtung dienenden trommelförmigen Metallgehäuses mit Strahlenaustrittsfenster angeordnet. Dadurch wird im Gegensatz zu den bekannten Ausführungen die Kegelanode sowohl der Länge als dem Umfange nach ganz gleichmäßig mit Elektronen belegt, so daß der Fokus sich gewissermaßen aus einer großen Anzahl gleichartiger Strichfokusse, die den einzelnen Erzeugenden der Kegelmantelfläche entsprechen, zusammensetzt. Die so ausgeführte Röntgenröhre arbeitet ganz anastigmatisch und gestattet eine außerordentlich hohe Belastung.

Man hat bereits einer als Fokus wirkenden kegelförmigen Aushöhlung einer Anode einen Spitzenwinkel von etwa 30° gegeben, ohne damit die Vorteile zu erreichen, die sich bei einem schlanken Anodenkegel mit wirklicher Außenfläche ergeben. Die Kathode muß bei der bekannten Ausführung der

Anodenaushöhlung axial gegenüberstehen. Dabei ist ein gleichmäßiges Belegen der Kegelfläche mit Elektronen nicht möglich. Zudem ist eine die Kathode umgebende Sammelvorrichtung den axial austretenden Röntgenstrahlen im Wege. Ferner nimmt, wenn der Winkel der Projektionseinrichtung mit der Kegelachse über die Hälfte des Spitzenwinkels (15°) hinausgeht, die wirksame Brennfleckfläche stark ab, weil mehr als die Hälfte der Kegelfläche durch den Rand der Kegelbohrung gegen den Bildpunkt abgedeckt wird, während bei einem vorspringenden Anodenkegel selbst bei stärkster Abseitsstellung mindestens die halbe Kegelmantelfläche wirksam bleibt.

Fig. 1 der Zeichnung gibt eine Erläuterung der Wirkung der kegelförmigen Anode.

Fig. 2 zeigt eine praktische Ausführung mit Sammelvorrichtung.

In Fig. 1 ist b die Randlinie der Grundfläche des wirksamen Teiles des Anoden-

kegels a , c die Kegelachse, deren Verlängerung im Punkte e die Bildebene g durchdringt. Die Punkte, in denen die Verlängerungen der einzelnen Erzeugenden des Kegels a über seine Spitze hinaus die Bildebene g treffen, bilden auf dieser einen Kreis f . Von allen Punkten innerhalb dieses Kreises ist der Grundkreis b des Anodenkegels a vollständig sichtbar. Die wirksame bildgebende Brennfleckfläche ist stets kreisrund, die effektive Brennfleckfläche ist aber die von oben gesehene Kegelmantelfläche. Da der Grundkreis b des Kegels parallel zur Bildebene liegt, ist eine perspektivische Verkürzung des Kreisdurchmessers d selbst von einem Punkt des Kreises f aus betrachtet äußerst gering. Beträgt beispielsweise der Spitzenwinkel α des Kegels 22° , so ist die größte perspektivische Verkürzung des Durchmessers d der Kegelgrundfläche, von einem Punkt der Kreislinie f aus betrachtet, gleich

$$d - d \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = d (1 - \cos 11^\circ) = d (1 - 0,9816) = 0,0184 d.$$

Die perspektivische Verkürzung beträgt somit nur 1,84%, also beispielsweise bei einem Durchmesser des Kegelgrundkreises von 6 mm nur etwa 0,11 mm. Man erhält hiernach innerhalb des Kreises f eine praktisch völlig gleichbleibende Zeichenschärfe.

Zur Erzielung der völlig gleichmäßigen Belegung der Mantelfläche der schlank kegelförmigen Anode ist gemäß der Weiterbildung der Erfindung die Kegelanode von mehreren zweckmäßig schraubenförmig gewundenen Glühkathodendrähten umgeben, die in der Längsrichtung des schlanken Anodenkegels verlaufen. In Fig. 2 ist der mit der Basis am Anodenstiel befestigte Kegel a von mehreren Glühkathodendrähten n und einer diese miteinschließenden Sammelvorrichtung umgeben. Diese ist als gleichachsige trommelförmige Metallgehäuse h ausgebildet, das in der Stirnwand j gegenüber der Kegelspitze ein Strahlenaustrittsfenster m aufweist. Die zweckmäßig schraubenförmig gewundenen Glühdrähte n verlaufen mit ihren Achsen in der Längsrichtung des schlanken Anodenkegels. Die der Grundfläche des Kegels zugekehrte ebene Wand i des Gehäuses weist eine Durchtrittsöffnung k für die Kegelanode auf. Das Gehäuse h erhält in weiterer Ausgestaltung der Erfindung ein anderes Potential als die Kathode, gegen die es isoliert ist, beispielsweise ein der Anode entgegengesetztes Potential. Die Öffnung k wird so bemessen, daß bei Hochvakuum keine selbständigen Entladungen zwischen Anode und Gehäuse stattfinden können.

Bei der dargestellten Ausführung liegen zwei Kathodenglühdrahte n mit parallelen Achsen in einer durch die Kegelachse gehenden Ebene. Sie können aber erfindungsgemäß auch so gegen die Kegelachse geneigt sein, daß sie sie jenseits der Kegelspitze schneiden; beispielsweise können sie parallel zu den in der erwähnten Ebene liegenden Erzeugenden der Kegelfläche verlaufen. Versuche haben gezeigt, daß bei richtiger Formgebung und Bemessung der trommelförmigen Sammelvorrichtung auch bei parallel zur Kegelachse verlaufenden Schraubenachsen die Belegung der Kegelmantelfläche sowohl bei geringer Elektronenemission (wenige mA Röhrenstrom) als bei sehr hoher Elektronenemission (Röhrenstrom bis 1000 und mehr mA) eine völlig gleichmäßige ist. Werden mehr als zwei Glühdrähte vorgesehen, so ordnet man sie zweckmäßig in gleichmäßigen Abständen um den Anodenkegel herum an.

Die Glühdrähte können ein- oder zweipolig isoliert in die Sammelvorrichtung eingeführt werden. Bei der dargestellten Ausführung sind sie am linken Ende mit dem Gehäuse der Sammelvorrichtung verbunden. Dabei können sie entweder hintereinandergeschaltet sein durch Anschließen der freien Enden an die beiden Pole der Heizstromquelle oder parallel durch Anschließen der freien Enden an den einen Pol und des Metallgehäuses an den andern Pol der Stromquelle. In beiden Fällen erhalten die Glühdrähte dasselbe Potential wie die Sammelvorrichtung, während ihnen bei doppelpoliger Isolierung auch ein anderes Potential gegeben werden kann.

Um bei gleichbleibender Glühdrahtheizung, insbesondere bei Verwendung eines pulsierenden Röhrenstromes, die Röhrenstromstärke regeln zu können, kann man erfindungsgemäß in der Nähe der Glühdrähte gitter- oder stabförmige Hilfselektroden, z. B. in Form von Gittern oder Stäben *o*, anordnen, deren Potential von dem der Glühdrähte verschieden sein und willkürlich geändert werden kann. Durch verschiedenartige Anordnung dieser Hilfselektroden und Regelung ihres Potentials kann man ferner auf die Art der Verteilung der Belegung der Kegelfläche der Anode einwirken.

Bei Verwendung von nur zwei Glühdrähten in der dargestellten Anordnung kann man erfindungsgemäß dem Mantel des als Sammelvorrichtung dienenden trommelförmigen Metallgehäuses zweckmäßig ovalen Querschnitt geben. Bei mehr als zwei Glühdrähten erhält der Trommelquerschnitt vorzugsweise Kreisform.

Die Wandung der die Kegelanode praktisch vollständig einhüllenden Sammelvorrichtung *h* kann erfindungsgemäß so dick genommen werden, daß der vorschriftsmäßige Röntgenstrahlenschutz bereits innerhalb des Glaskörpers der Röhre erreicht wird.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Röntgenröhre, insbesondere für Durchleuchtung und Aufnahme, mit von der Kathode umgebener Kegelanode, die die Nutzröntgenstrahlen im wesentlichen axial aussendet, dadurch gekennzeichnet, daß als Anode ein schlanker Kegel mit Spitzenwinkel von 30° oder weniger dient, und daß die Kathode zum Zwecke einer gleichmäßigen Belegung des Anodenkegels innerhalb eines den Anodenkegel

allseitig umgebenden, als Sammelvorrichtung dienenden trommelförmigen Metallgehäuses mit Strahlenaustrittsfenster angeordnet ist.

2. Röntgenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kegelanode von mehreren zweckmäßig schraubenförmig gewundenen Glühkathodendrähten umgeben ist, die in der Längsrichtung des schlanken Anodenkegels verlaufen.

3. Röntgenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Glühdrähte diametral einander gegenüber in einer Ebene mit der Achse des Anodenkegels liegen und zur Kegellachse parallel oder derart gegen sie geneigt sind, daß sie sie jenseits der Kegelspitze schneiden.

4. Röntgenröhre nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel des als Sammelvorrichtung dienenden trommelförmigen Metallgehäuses ovalen Querschnitt hat.

5. Röntgenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur wahlweisen Regelung der Röhrenstromstärke in der Nähe der Glühdrähte gitter- oder stabförmige Hilfselektroden angeordnet sind, deren Potential von dem der Glühdrähte verschieden sein und willkürlich geändert werden kann.

6. Röntgenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammelvorrichtung durch entsprechende Bemessung ihrer Wandstärke als Strahlenschutz ausgebildet ist.

7. Röntgenröhre nach Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse der Sammelvorrichtung ein anderes Potential als die Kathode hat, gegen die es isoliert ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

